

PAT-NO: JP402007456A /  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 02007456 A  
TITLE: INTEGRATED CIRCUIT DEVICE OF FORCED LIQUID  
COOLING  
SYSTEM  
PUBN-DATE: January 11, 1990

INVENTOR-INFORMATION:  
NAME  
KATO, SHIGEO  
TODA, AKIZO  
KOBAYASHI, FUMIYUKI

ASSIGNEE-INFORMATION:  
NAME COUNTRY  
HITACHI LTD N/A

APPL-NO: JP63156760  
APPL-DATE: June 27, 1988

INT-CL (IPC): H01L023/473, H01L023/36  
US-CL-CURRENT: 257/714, 430/302

ABSTRACT:

PURPOSE: To enhance a cooling characteristic and to prevent a disconnection by a method wherein a heat-conducting element is installed between the surface of a small airtight contained where a semiconductor chip has been housed and one cooling sheet of a flexible structure provided with ripple-patterned folds and a cooling liquid flows to the rear side of the cooling sheet.

CONSTITUTION: A lower-part housing 4 is fixed airtightly to an insulating substrate. A cooling sheet 5 is fixed airtightly to the lower-part housing 4.

**Best Available Copy**

This cooling sheet 5 is a thin metal sheet of good thermal conductivity; 7c 1a thin sheet protecting stainless steel, gold, nickel nitride or the like, whose corrosion resistance to a cooling liquid is high, by using a compound of said metals is suitable. The cooling sheet 5 is provided with ripple-shaped folds 7 around each fixation part 6; individual fixation parts are not restrained mutually and can be shifted freely upward and downward and to the right and left. The cooling sheet and a semiconductor chip are bonded by a heat-conducting element of good heat conduction. A low-melting-point metal such as a solder or the like or an adhesive of good thermal conductivity is suitable for the heat-conducting element; in addition, a member having a high heat-conducting characteristic which can be shifted to directions of the chip and the cooling sheet may be used.

COPYRIGHT: (C)1990, JPO&Japio

⑤ Int. Cl.<sup>8</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成2年(1990)1月11日

H 01 L 23/473  
23/366412-5F H 01 L 23/46  
6412-5F 23/36Z  
D

審査請求 未請求 請求項の数 7 (全6頁)

⑭ 発明の名称 強制液冷式集積回路装置

⑯ 特 願 昭63-156760

⑰ 出 願 昭63(1988)6月27日

⑱ 発 明 者 加 藤 重 雄 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

⑲ 発 明 者 戸 田 堯 三 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

⑳ 発 明 者 小 林 二 三 幸 神奈川県秦野市堀山下1番地 株式会社日立製作所神奈川工場内

㉑ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉒ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外1名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

強制液冷式集積回路装置

## 2. 特許請求の範囲

1. 絶縁基板上に固着された半導体チップの表面あるいは半導体チップを納めた小型気密容器の表面と、波紋模様の壁をつけて凹凸状をつくり柔軟な構造にした一枚の冷却板との間に、外部から圧加力を加えることなく伝熱できる伝熱要素を設け、冷却板の裏側に冷却液を流して半導体チップを冷却することを特徴とする強制液冷式の集積回路装置。

2. 上記伝熱要素として、半田もしくは熱伝導性のすぐれた接着剤を用いることを特徴とする請求項1記載の強制液冷式の集積回路装置。

3. 上記伝熱要素として、半導体チップと冷却板を結ぶ方向に移動でき、しかも移動しても伝熱特性がほとんど変らない一对の対向する部材を用いることを特徴とする請求項1記載の強制液冷式の集積回路装置。

4. 上記伝熱要素の形状は櫛の歯状、剣山状あるいはスプライン状で、またその材質はアルミ・銅・銀などの金属や窒化アルミ、炭化シリコンなどの化合物のように熱伝導のすぐれたものを用いたことを特徴とする請求項3記載の強制液冷式の集積回路装置。

5. 上記伝熱要素を構成する一对の対向する部材の間に熱伝導のすぐれた粘性体を充填したことを特徴とする請求項3記載の強制液冷式の集積回路装置。

6. 冷却液の流路中に孔の明いた隔壁をおき、冷却板上の伝熱要素のそれぞれに個々に冷却液を供給できる構造をもつことを特徴とする請求項1に記載の強制液冷式の集積回路装置。

7. 請求項1に記載の強制液冷式集積回路装置を組合せ、超高速の演算および記憶を可能とした電子計算機。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、液体によつて強制的に冷却を行う高

集積化された集積回路装置とその電子計算機への応用に係り、特に放熱特性を向上させることにより集積回路装置の一層の高集積化と電子計算機の性能向上を図つたものである。

〔従来の技術〕

電子計算機を高速化するに従い、演算や記憶に用いられる半導体集積回路から発生する熱量が大きくなつてきている。これは半導体集積回路の演算などの速度が、半導体集積回路に投入される電力に比例するからである。投入された電力は全て発熱となるため、この発熱を十分取り去らないと半導体装置は作動できないような高温度となつてしまう。そこで、強力な冷却とくに液体による冷却ができる集積回路装置が高速な電子計算機の実現のために必須なこととなつてきている。

さて、強制冷却装置をつけた集積回路装置については、公開特許公報昭60-92642等々に示されている。

第8図は従来の強制冷却装置をつけた集積回路装置の断面図である。絶縁基板51は表面に導電

体を有している。複数の半導体チップ52が半田パンプ53を介して、絶縁基板51の導電体部に半田づけしてある。冷却筐体54にはダイヤフラム55がついている。冷却筐体内には、スプリング等からなる加圧助成部材56があり、ダイヤフラムに取りつく加圧体57に力を与えて、半導体チップと加圧体との圧着力を増加させている。冷却筐体内には、冷却液58が入口59から出口60へと矢印のように流れている。半導体チップで発生した熱は加圧体、ダイヤフラムを経て、冷却液へと放熱されることになる。

〔発明が解決しようとする課題〕

しかし、上記従来技術は以下に示す点で配慮がなされておらず、放熱特性がすぐれた集積回路装置を実現できないという問題があつた。すなわち、

- 1) スプリング等の加圧助成部材が強い加圧力を出して、加圧体が半導体チップに接触させねばならない。しかし、この強力な加圧力は半田パンプを疲労させ、集積回路装置の断線の原因となつている。

- 2) 絶縁基板にはうねりがあり、また、半導体チップは個々に自由に熱膨張する。そこで加圧体の先端形状は必然的に球体とならざるを得ない。そのため、半導体チップと加圧体は単なる点接触をしているだけであるので、この部分の熱抵抗はきわめて大きい。従つて、半導体チップからの放熱は十分でなく、放熱特性のすぐれた集積回路装置が得られない。

- 3) 冷却液の流れの下流にある半導体チップは温度の上つた冷却液で冷却されることになり、冷却効果が悪い。従つて、集積回路装置内の半導体チップの冷却にはバラつきが生じるという問題が発生する。

本発明の目的は、上記の問題点を解決し、冷却特性のきわめて優れた、しかも回路の断線の恐れのない高性能の高集積回路装置とこれを演算や記憶素子とする高性能の電子計算機を提供することにある。

〔課題を解決するための手段〕

上記の目的は以下の手段によつて達成された。

すなわち、

- 1) 冷却板と半導体チップとの間に、スプリングなどの加圧助成部材による圧加力がなくても、高い伝熱特性の得られる伝熱要素を設けた。これによつて、圧加力による半田パンプの疲労をなくすることが達成できた。
- 2) 冷却板に波紋状模様の壁をもつ凹凸をつけて柔軟な構造のものを採用した。これによつて半田などの伝熱要素を半導体チップに結合できるようになった。伝熱要素は熱抵抗がきわめて小さいので、放熱特性を大幅に向上することが達成できた。
- 3) 冷却液の通路の中に、各半導体チップに対して独立して冷却液を供給できる孔の明いた構造の隔壁を設けた。この結果、全ての半導体チップは等しく入口温度の冷却液が供給されて冷却され、半導体チップの冷却のバラつきの問題を解決できた。

〔作用〕

さて、伝熱要素であるが、その一つの実施例は

半田や熱伝導のよい接着剤による接合である。もう一つの実施例は、半導体チップと冷却板を結ぶ方向に移動でき、しかも移動しても伝熱特性のほとんど変わらない一対の対向する部材である。例えば、剣山状あるいはスプライン状の一対の部材が伝熱要素となる。これらのすきまは $2 \sim 5 \mu\text{m}$ とせまいので、軸方向に動きうるが伝熱面積がきわめて大きいので、伝熱特性は大きい。半導体チップの熱は伝熱要素を経て、冷却板に達し、冷却板へと放熱される。

つぎに、波紋状模様の壁をもつ冷却板の特徴は、この壁がやわらかいバネの作用があるので、これにとりつく部材の上下、左右の移動が容易にできることである。この特徴によつて、半導体チップと冷却板とを伝熱要素を介して結合した状態で、絶縁基板のうねりや半導体チップの熱膨張による半導体チップ表面の不規則な微小移動や傾きが生じても、半導体チップ本体や半田パンパになら問題を起さなくなつた。すなわち、この構造の冷却板を採用したことで、半田などの伝熱要素と半

りいは、アルミニウム、チタン、マグネシウムの両面を上記金属のステンレス、金、銀、ニッケルや窒化チタン、窒化ニッケル等の化合物で上記金属を保護した薄板が覆っている。

冷却板は、凹凸をつけて、柔軟性をもたせている。一例として、冷却板は、各半導体チップが固定される固定部6を中心として波紋状の壁7を有している。この波紋状の壁があるため、各固定部はおたがいを束縛することなく、自由に上下かつ左右方向に移動することができる。

冷却板と半導体チップとは熱伝導のよい伝熱要素8で接合される。伝熱要素には半田等の低融点の金属や、熱伝導性のよい接着材が適合するが、また、その他、チップと冷却板の方向に移動しうる伝熱特性の高い部材でもよい。これについては第6図、第7図において詳しく説明する。半導体チップの周辺空間9にはヘリウムガスを充填しているので、半導体チップや絶縁基板からの熱の一部はこのヘリウムを介して、冷却板へ放熱される。

冷却板の上側には上部筐体10が密封固着され

半導体チップとの結合が可能となつたことになる。

#### 〔実施例〕

以下、本発明の一実施例を第1図をもちいて説明する。

第1図は本発明の強制液冷式集積回路装置の断面図である。絶縁基板1は集積回路装置内の半導体チップ2を結ぶ配線がその内部になされている(図示せず)。またその表面には配線に接続する導電体(図示せず)を有している。半田パンパ3は、複数の半導体チップを絶縁基板上の導電体部に半田付け接合している。もし、半導体チップが発熱しないならば、この状態で集積回路装置は動作する。しかし、実際には電熱器をしのぐ程の多量の熱が発生するため、その放熱対策をしなければならない。

絶縁基板の上には下部筐体4が気密に固着されている。下部筐体の上に冷却板5が気密に固着される。この冷却板は熱伝導性のよい薄い金属板で、冷却液に対して耐腐食性の高いものが適している。例えば、ステンレス、金、銀、ニッケルの薄板あ

っている。この上部筐体には、冷却液の流れを制御する隔壁11が固定されている。この隔壁の特性は、冷却板の半導体チップが固定される固定部6に位置する部分に冷却液供給孔12があいていることである。上部筐体の冷却液入口13から供給された冷却液は図中の点線のように通れていく。そして、冷却液供給孔から噴出して、冷却板の半導体チップ固定部6を一様に冷却する。このため、半導体チップの冷却にはバラつきが生じない。冷却を終えた冷却液は冷却板出口14を通つて集積回路装置の外へと返つていく。

第2図は本発明の強制液冷式集積回路装置のうち、冷却板の一部の平面図である。図中の番号は第1図の中の番号の部品を示している。すなわち、半導体チップ固定部6を中心に、波紋状の壁7がつくられているのが示されている。

第3図は本発明の強制液冷式集積回路装置のうち、冷却板の別の実施例を示す一部の断面図である。本実施例の特徴は、冷却板5のうちの半導体チップ固定部6の部分に冷却フィン16を設けた

ことである。冷却液は図中の点線のように流れ、冷却フィンに当る。この冷却フィンは冷却板の冷却面積を大きくする効果があるので、半導体チップ2からの熱を更に効果的に放熱することができる。なお図中の番号は第1図の番号の部品を示している。

第4図は本発明の強制液冷式集積回路装置のうち、半導体チップ自体が小型の気密容器に入っている場合の実施例の断面図の一部を示すものである。半導体チップ2は小型基板17の上に小型半田パンプ18を介して固定され、配線される。小型基板には気密容器19が固着されている。半導体チップと気密容器の間には半田等の熱伝導体20があり、半導体チップの発生する熱は気密容器へと伝えられる。この熱は、半田等の伝熱要素8および冷却板5の冷却フィン18を経て、図中の点線のように流れる冷却液へと放熱されることになる。なお、図中の番号は第1図の番号の部品を示している。

さて、半田や接着材以外の伝熱要素の構造につ

状をしている。この場合は一対の伝熱要素は雄、雌の関係の形状をしている。しかし、いずれの場合も、冷却板を半導体チップにおしつけることなく、半導体チップの熱を冷却板へ十分伝熱できる点では半田や接着材と変わることはない。

伝熱要素の材質はアルミや銅や銀のように、熱伝導のよい金属の外、窒化アルミ(AlN)や炭化シリコン(SiC)などの化合物が適している。

第7図は本発明の強制液冷式集積回路装置の電子計算機への応用例を示すものである。

絶縁基板1にのり、上部筐体10によつてシールドされる集積回路装置22は多層プリント基板23にのせられて、半田づけされる。それぞれの集積回路装置はこの多層プリント基板中の配線によつて回路が組まれる。多層プリント基板はプラッタ24の多芯コネクタ25にはめこめられる。多芯コネクタと他の多芯コネクタ(図示せず)とは配線がなされている。これにより、すべての集積回路装置(1部のみ図示)は、回路として結ながり、演算、記憶ができるようになり、電子計算

機として作動する。さて、冷却液供給管26からは、供給支管27が分れ、冷却液入口13へ冷却液を供給する。一方、集積回路装置22の冷却を終った液体は冷却液出口14から出て、回収支管28を経て、冷却液回収管29へと戻る。ここに戻った冷却液は電子計算機の外の冷凍機(図示せず)に導かれ、一定の低い温度に調整されたのち、再び冷却液供給管へと循環される。

さて、第5図に示す。伝熱要素は2つもしくは3つの部材からなる。すなわち、冷却板5側に付く上側伝熱要素8Aと半導体チップ2側に付く下側伝熱要素8Bが2つの部材の場合であり、3つの部材の場合は、両者の間に加える熱伝導特性のすぐれたグリース等の粘性体が更に追加される。伝熱要素の一方は板状あるいは線状のフィンをもっておりその伝熱面積はきわめて大きい。またフィンの形状は、半田パンプ3に力がかからないように、冷却板と半導体チップを結ぶ方向に大きく移動できる構造をしている。すなわち、剣山のような形状である。伝熱要素のもう一方は他方に対して対向する形状をもつ。したがって、剣山のような形状では上側伝熱要素と下側伝熱要素は同じ形状をもつ。

なお、図中の番号は第1図の番号の部品を示している。

第6図は伝熱要素の別の例を示すものである。上側伝熱要素8Aは円筒に多数のフィンが有るのである。一方、下側伝熱要素8Bはスプライン

機として作動する。さて、冷却液供給管26からは、供給支管27が分れ、冷却液入口13へ冷却液を供給する。一方、集積回路装置22の冷却を終った液体は冷却液出口14から出て、回収支管28を経て、冷却液回収管29へと戻る。ここに戻った冷却液は電子計算機の外の冷凍機(図示せず)に導かれ、一定の低い温度に調整されたのち、再び冷却液供給管へと循環される。

本発明の強制液冷式集積回路装置はきわめて半導体素子の冷却特性がすぐれており、また、その冷却のための実装も容易であるので、超高速の電子計算機を提供することができた。

#### (発明の効果)

以上述べてきたように、本発明によれば、波紋状のついた冷却板は、半導体チップが熱によつて微小移動するのを全くさまたげず、かつ、半導体チップの発生する熱を伝熱要素を介してただちに冷却液へ放熱することができるので、半田パンプが疲労によつて断線することのないしかも冷却特性のきわめて優れた集積回路装置を提供するこ

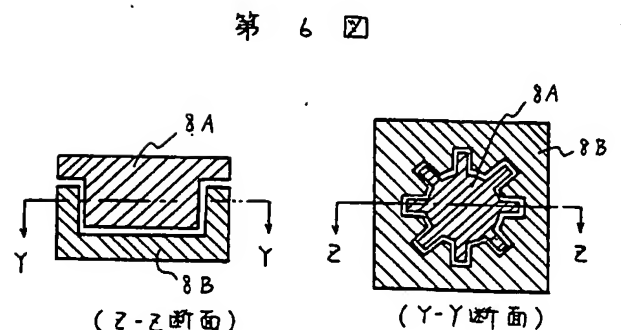
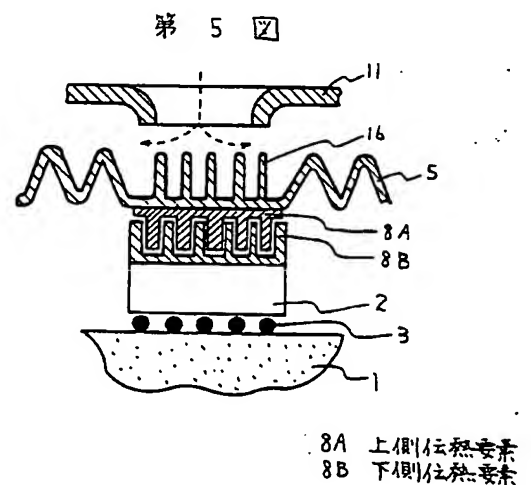
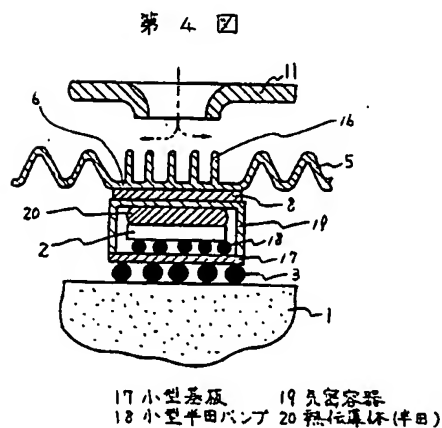
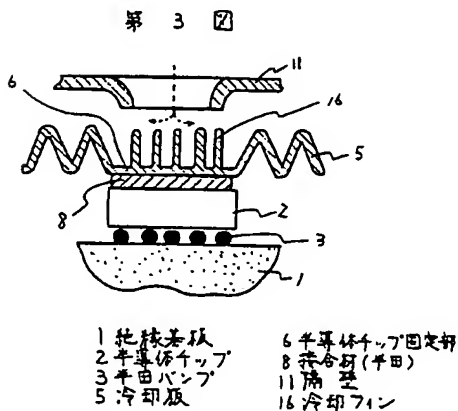
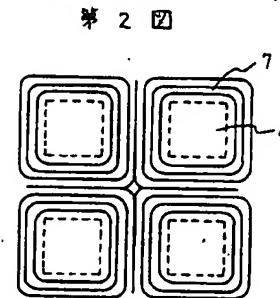
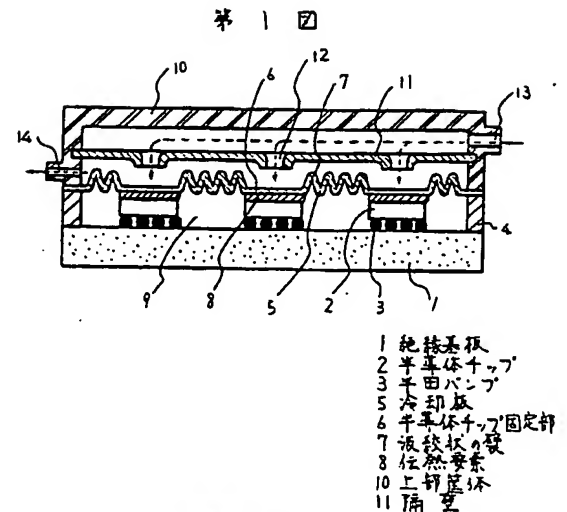
とができた。また、本発明の集積回路装置は演算や記憶動作がきわめて高速となるので、これを演算装置や記憶装置に応用することによって、きわめて高速な電子計算機を提供することができた。

#### 4. 図面の簡単な説明

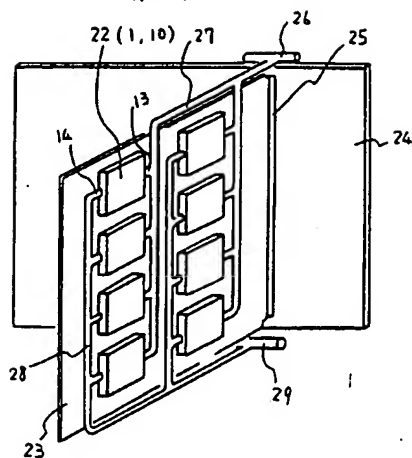
第1図は本発明の一実施例を示す断面図、第2図は本発明の一実施例を示す平面図、第3図、第4図、第5図及び第6図は本発明の一実施例を示す断面図、第7図は本発明の応用の一実施例を示す斜視図、第8図は従来の一実施例を示す断面図である。

1…絶縁基板、2…半導体チップ、3…半田パン  
プ、5…冷却板、6…半導体チップ固定部、7…  
波紋状の壁、8 (8A, 8B)…伝熱要素、10  
…上部筐体、11…隔壁、16…冷却フィン、  
18…気密容器、20…熱伝導体 (半田)、21  
…伸縮部、22…集積回路、23…多層プリント  
基板、24…プラッタ、25…多芯コネクタ、  
26…冷却液供給管、29…冷却液回収管。

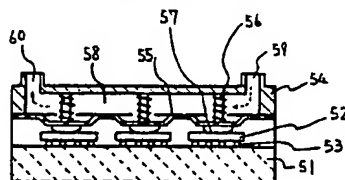
代理人 井理士 小川勝男



第 7 図



第 8 図



- 22 集積回路装置
- 23 クラウドプリント基板
- 24 フラット
- 25 ショックキック
- 26 冷却液供給管
- 27 供給支管
- 28 回収支管
- 29 冷却液回収管
- 51 絶縁基板
- 52 平準化チップ
- 53 平坦パンフ
- 54 冷却媒体
- 55 シイマブラム
- 56 加圧助成部材
- 57 加圧体
- 58 冷却液



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**